

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-303019

(43)Date of publication of application : 16.11.1993

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

G02B 6/12

G02F 2/00

H04B 10/02

(21)Application number : 04-106587

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 24.04.1992

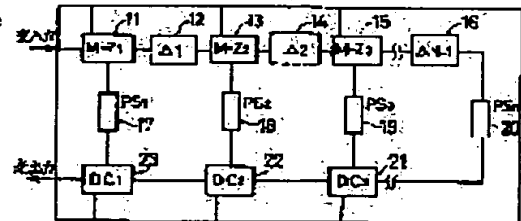
(72)Inventor : TAKACHIO NOBORU  
IWASHITA KATSU  
YONENAGA KAZUSHIGE

## (54) OPTICAL FIBER DISPERSION COMPENSATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To compensate waveform deterioration caused by a branch characteristic of a transmission line, and to execute a high speed/long span transmission by containing a Mach-Zehnder interferometer containing an optical waveguide for branching an optical signal in an arbitrary ratio, and a phase shifter for controlling a phase of light.

CONSTITUTION: In an optical delay equalizer, Mach-Zehnder interferometers 11, 13, 15,... used as two-ray bundle interferometers for branching the light wave emitted from a light source into two, giving a phase difference to between them, and thereafter, allowing them to interfere together, and optical taps 12, 14, 16,... are connected alternately on a waveguide substrate 10. Also, 3dB optical couplers 21-23 are connected to the Mach-Zehnder interferometer 11 through phase shifters 17-20. Accordingly, an optical signal is branched in an arbitrary ratio by using an optical waveguide, and the intensity and phase of the branched light can be controlled independently, therefore, when a distance of a transmission line is varied, and also, when wavelength of a transmitted signal is varied, it is possible to cope therewith by tuning a dispersion characteristic of a filter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

Best Available Copy

hing PAJ

umber of appeal against examiner's decision  
rejection]

Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-303019

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/00				
6/12	H	7036-2K		
G 0 2 F 2/00		7246-2K		
		6920-2K	G 0 2 B 6/ 00	C
		8426-5K	H 0 4 B 9/ 00	V

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-106587

(22)出願日 平成4年(1992)4月24日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 高知尾 昇

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 岩下 克

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 米永 一茂

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

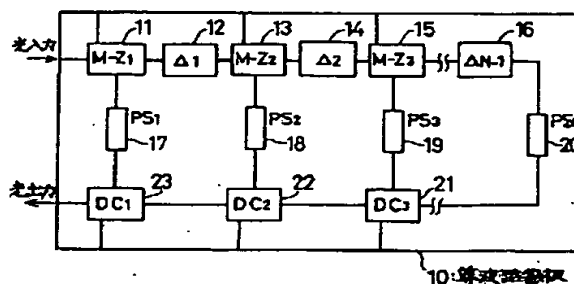
(54)【発明の名称】 光ファイバ分散補償器

## (57)【要約】

本発明の目的は、伝送路の分散特性による波形劣化を補償し、高速・長スパン伝送が可能な光ファイバ分散補償器を提供することである。

【構成】 本発明のトランスバーサル型の光ファイバ分散補償器は、光信号を任意の比率で分岐する光導波路を含むマッハツェンダ型干渉計(11,13,15)と、光の位相を制御する位相シフタ(17,18,19,20)とを含む。

本発明の一実施例の光トランスバーサルフィルタ型の光遅延等化器を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号を任意の比率で分岐する光導波路を含むマッハツェンダ型干渉系と、  
光の位相を制御する位相シフタとを含むことを特徴とする光トランスペアラル型の光ファイバ分散補償器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ分散補償器に係り、特に、光通信分野において、高速・長スパン伝送システムに用いられる光ファイバ分散補償器に関する。

【0002】

【従来の技術】現行のシングルモードファイバは、零分散波長が1.3  $\mu\text{m}$ 程度である。一方、その伝送損失が最低となる波長は1.55  $\mu\text{m}$ であり、この波長の信号を現行のシングルモードファイバで伝送した場合に、数Gb/s以上の伝送速度において、波長によって伝搬時間が異なる光ファイバの分散特性によって、伝送されるつれて波形歪を生じる。

【0003】また、将来用いられるであろう分散値の小さい1.55  $\mu\text{m}$ の分散シフトファイバの場合についても、信号光波長を完全に零分散波長に一致させることは困難であり、より高速で伝送距離の長いシステムにおいては、この信号歪によりその伝送距離が著しく制限される。特に光ファイバアンプの登場により、伝送距離が飛躍的に伸びた昨今においては、分散による制限はますます重要な要因となる。

【0004】このような事象に鑑み、光ファイバの分散の影響を補償する第1の方法として、伝送ファイバと逆の分散特性をもったファイバを挿入する方法(D.C.Marcuse, Appl. Optics, vol. 20, No. 4, pp. 696-699等)、第2の方法として、分散性格子を用いる方法(E.B.Treacy, IEEE, Quantum Electron., vol. 5, No. 9, pp. 454-458, 1969)、第3の方法として、光トランスペアラルフィルタを用いる方法(L.B.Jeunhomme, "Single Mode Fiber Optics", 1983)、第4の方法として、ファブリペローエタロンを用いる方法(L.J.Cimini, Jr et al., IEEE, J. Lightwave Technol., vol. 8, No. 5, pp. 649-659, 1990)が提案されている。

【0005】また、光ヘテロダイン検波を用いた光波通信においては、IF帯にマイクロストリップ線路を挿入する方法が提案されている(N.Takachio et al., Electron. Lett., vol. 24, No. 2, pp. 108-109, 1988)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】分散補償方法の中で、逆の分散特性を持ったファイバを挿入する第1の方法は、挿入によるパワーペナルティが大きいばかりでなく、伝送路の長さに合わせて等化用ファイバの長さを合わせる必要があり、伝送距離の変化に対して対応しきれず、また、構成上かなり大きなものになるために、コン

パクト性に欠ける。従って、この方法は装置化が困難であるという問題がある。

【0007】また、分散性格子を用いる第2の方法や、ファブリペローエタロンを用いる第4の方法は、光結合の際に十分な調整が必要となり、装置化が難しい。また、従来の光トランスペアラルフィルタを用いる方法に関しては、遅延を与える線路としてメタマテリアルの光ファイバが用いられており、光信号の位相まで制御することは不可能である。

【0008】また、マイクロストリップ線路を挿入する第3の方法は、光ヘテロダインによる信号光の強度または周波数スペクトルの測定を行う光ヘテロダイン検波を行った場合には有効であるが、直接検波及び、光ホモダイン検波を用いた場合には適用できないという問題がある。本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、上記従来の問題を解決し、伝送路の分散特性による波形劣化を補償し、高速・長スパン伝送が可能な光ファイバ分散補償器を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のトランスペアラル型の光ファイバ分散補償器は、光信号を任意の比率で分岐する光導波路を含むマッハツェンダ型干渉計と、光の位相を制御する位相シフタとを含む。

【0010】

【作用】本発明は光導波路を用いて、光信号を任意の比率で分岐し、分岐された光の強度と位相を独立に制御できるため、伝送路の距離が変化した場合、また、伝送される信号の波長が変わった場合にも、位相シフタとマッハツェンダ干渉計内にある位相シフタによりフィルタの分散特性をチューニングすることにより対応することができる。

【0011】

【実施例】図1は本発明の一実施例の光トランスペアラルフィルタ型の光遅延等化器を示す。同図に示す光遅延等化器は、導波路基板10上に、光源から出た光波を2つに分け、これらの間に位相差を与えた後、一緒にして干渉させる二光線干渉計として用いられるマッハツェンダ型干渉計11、13、15、…と、光タップ12、14、16、…が交互に接続され、3dB光カブラ21、22、23が位相シフタ17、18、19、20を介してマッハツェンダ型干渉計11と接続されている。

【0012】トランスペアラル型光遅延等化器に入力された光信号は、マッハツェンダ型干渉計11によって光信号を任意の比率で分岐し、一方の光信号は、位相シフタ17により光信号の位相を制御する。他方の光信号は、光タップを12を通して、一定の遅延を受けた後、後段のマッハツェンダ干渉計13に入力される。最後段の光タップ16を通った光信号は一定の遅延を受けた後、位相シフタ20を経て、光カブラ21で最後段のマッハツェンダ型干渉計15により分岐され、位相シフタ19を

通った光信号と合流し、さらに前段のマッハツェンダ干渉計13で分岐した光信号と光カプラ22で合流する。

【0013】図2は本発明の一実施例のマッハツェンダ干渉計の構成を示す。図1に示されるマッハツェンダ干渉計11、13、15は上部にS、基板上に形成される石英系の光導波路31を用いており、光導波路31の下部には位相シフタ32が設けられている。

【0014】図3は本発明の一実施例の位相シフタ32\*

$$Heq(f) = (C_{-1} e^{-j\omega \Delta n} + C_0 + C_1 e^{j\omega \Delta n}) e^{-j\omega \Delta n} \quad (1)$$

【0016】図1において、位相シフタ17、19に電圧を印加し、ヒータ加熱によって導波路の屈折率を換え※

$$C_1 = -C_{-1}$$

とすると、伝達関数は次式で表すことができる。

★ ★【数2】

$$Heq(f) = C_0 \sqrt{1 + \left(2 \frac{C_1}{C_0}\right) \sin^2 \Delta \omega n} \cdot \exp \left[ j \left\{ -\Delta \omega n - \tan^{-1} \left( \frac{2 C_1}{C_0} \sin \omega \Delta n \right) \right\} \right] \quad (3)$$

従って、遅延特性は次式で表される。

☆☆【数3】

$$\tau = \Delta \left\{ 1 + \frac{\frac{2 C_1}{C_0} \cos \Delta \omega n}{1 + \left( \frac{2 C_1}{C_0} \sin \Delta \omega n \right)^2} \right\} \quad (4)$$

【0017】図4は本発明のトランスバーサル型光遅延等化器の遅延特性を示すグラフである。同図は分岐比つまり、 $C_1/C_0$ をパラメータとしたときの等化器の遅延特性を表すものである。同図中、縦軸は相対遅延時間(p s)を示し、横軸は、相対光周波数(GHz)を示す。eは所要特性、fは光ファイバ分散特性であり、hは分岐比 $C_1/C_0 = 0.25/0.5$ を示す。aは0.2/0.6であり、bは0.15/0.7、cは0.1/0.8、dは0.05/0.9を示す。例えば、分散値が2 p s/kmの場合、 $C_1/C_0$ を0.25/0.50の値に選択することにより、300 kmの長さの光ファイバの分散補償が可能である。

【0018】分岐比 $C_1/C_0$ の値は図3に示したマッハツェンダ干渉計内の位相シフタ32の電圧を調整することにより変えることが可能である(特願昭59-202792)。この位相シフタ32の電圧の調整は、図4に示すように位相シフタ32のクロム蒸着膜41に接続されている電源42により調整される。

【0019】従って、伝送路の距離が変化した場合にも、分岐比を変えることにより対応することができる。

\*の構成を示す。位相シフタはクロム蒸着膜41に光導波路31が接続されており、クロム蒸着膜41と電源42が接続されている。

【0015】以下に3タップのフィルタを例として具体的に説明する。3タップの場合、このフィルタの伝達関数 $Heq(f)$ は次式で表される。ここで、 $f$ は信号光周波数で、 $\omega = 2\pi f$ で表される。

【数1】

10 ※ることにより(特願昭59-202792)、相対的に位相差 $\pi$ を生じさせ、

(2)

★ ★【数2】

また、伝送される信号の波長が変わった場合でも、図3に示される位相シフタの電圧を調整することによって対応できる。

【0020】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、光ファイバ分散補償器を用いることにより、伝送路の分散特性による波形劣化を補償し、より高速・長スパンの伝送が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の光トランスバーサルフィルタ型の光遅延等化器を示す図である。

【図2】本発明の一実施例のマッハツェンダ干渉計の構成を示す図である。

【図3】本発明の一実施例の位相シフタの構成を示す図である。

【図4】本発明のトランスバーサル型光遅延等化器の遅延特性を示すグラフである。

【符号の説明】

10 導波路基板

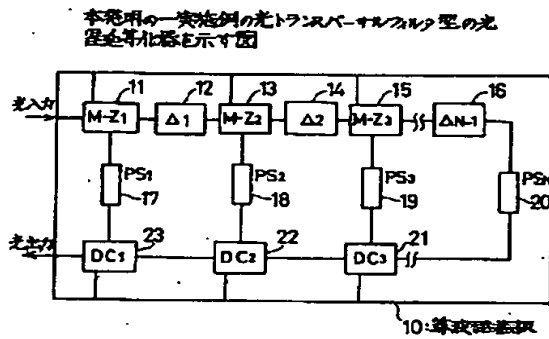
11 マッハツェンダ干渉計

- 12 光タップ  
13 マッハツェンダ干渉計  
14 光タップ  
15 マッハツェンダ干渉計  
16 光タップ  
17, 18, 19, 20 位相シフタ

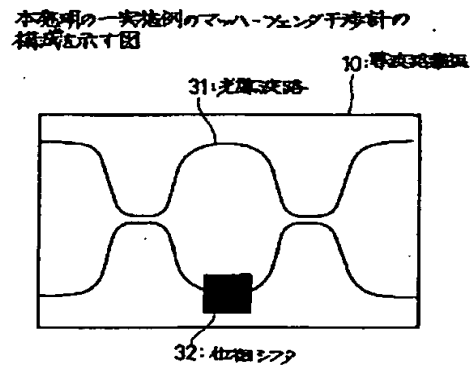
- \* 21, 22, 23 3dB光カブラ  
31 光導波路  
32 位相シフタ  
41 クロム蒸着膜  
42 電源

\*

〔図1〕

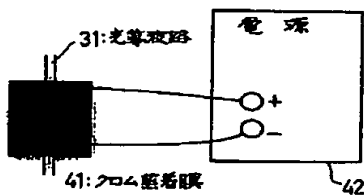


〔図2〕



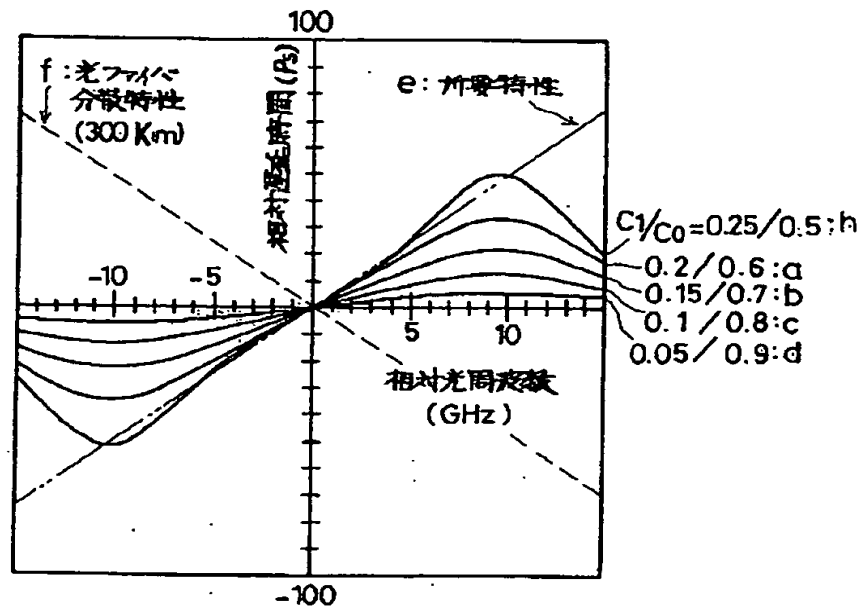
〔図3〕

本発明の一実施例の位相シフタの構成を示す図



【図4】

本発明の一実施例のトランスバーサル型光遅延等化器の  
遅延特性を示すグラフ



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>

H04B 10/02

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image  
problems checked, please do not report these problems to  
the IFW Image Problem Mailbox.**